Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 1, Spring 2020, p. 61-73

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 12، شماره 1، بهار 1399، ص. 73-61

تعیین معادلات رگرسیونی پیش‌بینی مقادیر انرژی قابل متابولیسم ارقام پرتولید جو در ایران و مقایسه نتایج حاصل با نتایج روش NIRS و ارقام مندرج در جداول NRC بر اساس عملکرد جوجه‌های گوشتی نر

احمد ملک زادگان[1]، احمد حسن آبادی[2*]، حسن نصیری مقدم[2]، حسین مروج[3]، حیدر زرقی [4]

تاریخ دریافت : 1397/06/19
تاریخ پذیرش: 1398/03/20

چکیده

به منظور تعیین معادلات رگرسیونی پیش‌بینی مقادیر انرژی قابل متابولیسم در ارقام پر تولید جو ایرانی و مقایسه این معادلات با نتایج روش NIRS و ارقام مندرج در جداول NRC (1994)، سه آزمایش انجام شد. در آزمایش اول ترکیبات شیمیایی 10 رقم جو پرتولید ایرانی تعیین گردید. در آزمایش دوم، انرژی قابل متابولسیم به روش جمع‌آوری فضولات و با استفاده از نشانگر برای ارقام جو پرتولید ایرانی با جایگزینی 40 درصد جو در جیره پایه در سنین 10 و 24 روزگی جوجه‌های گوشتی نر به دست آمد. داده‌های حاصل از این دو آزمایش جهت تعیین معـادلات پـیش‌بینـی مقـدار انـرژی قابـل متابولیسم با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رویه Enter مورد استفاده قرار گرفتند. معادلات پیش‌بینی میزان AMEn برای ارقام جو پرتولیـد ایرانـی در سنین 10 و 24 روزگی به ترتیب به صورت‌AMEn= 407.87×EE + 27.27×NFE و AMEn= 271×EE + 33×NFE به دست آمد. جهت بررسی صحت و دقت معادلات به دست آمده، آزمایش سوم با استفاده از 400 قطعه جوجه نر سویه راس 308 در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار و 20 جوجه در هر تکرار انجام شد. AME_n جو مورد استفاده در آزمایش سـوم بـا اسـتفاده از پـنج روش زیـر مشـخص شـد: 1- جـدول NRC (1994) 2- معادله رگرسیون (1994) NRC 3- روش بیولوژی 4- معادلات رگرسیون به دست آمده از آزمایش دوم 5- با توجه بـه معـادلات رگرسیون به دست آمده از روش NIRS. در تعیین AME_n جو، نزدیک‌ترین مقادیر به آزمایش بیولوژیکی از معادلات به دست آمده در آزمـایش دوم حاصل شد که نشاندهنده صحت بالای این معادلات می‌باشد. به طورکلی بر اساس نتایج حاصل از آزمایش حاضر، استفاده از معادلات پیش‌بینی جهت برآورد دقیق‌تر AME_n جو در هنگام جیره‌نویسی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انرژی قابل متابولیسم، جو، جوجه گوشتی، معادلات رگرسیونی پیش‌بینی

مقدمه

در بین اقلام خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور، غـلات منبـع اصلی تأمین کننده انرژی قابل متابولیسم در جیره به شمار می‌روند و با توجه به سطح انرژی مورد نیاز در جیـره، سـهم قابـل ملاحظـه‌ای از خوراک طیور را به خود اختصاص می‌دهند. در این بین، ذرت بالاترین مصرف را نسبت به سایر غلات در جیره طیور دارد، ولی به علت تولید ناکافی آن در داخل کشور، وابستگی شدیدی به واردات آن وجود دارد و با توجه به تأثیرپذیری از نوسانات قیمتی در دنیا، صـنعت پـرورش طیور داخلی با مشکلات عدیده اقتصادی روبـرو مـی‌شـود. بنـابراین، یافتن جایگزینی مناسب برای ذرت ضروری به نظر می‌رسد. از جملـه غلاتی که قابلیت جایگزینی ذرت را دارند، می‌توان به گندم، چـاودار، تریتیکاله و جو اشاره کرد. در این بین، جو به علت تولیـد مناسـب در کشور که طبق آمار وزارت کشاورزی حدود چهار میلیون تن می‌رسد و نیز تناسب اقلیمی کشور برای کاشت آن، می‌توانـد بـا اتخـاذ نکـات مدیریتی و پرورشی جایگزین تقریباً مناسبی برای ذرت باشد.

ارقام متنوعی از جو مانند بهمن‌همدان، والفجر، دشت، گرگـان 8، بهمن‌کرج، پاکوتاه، کارون‌درکویر و ریحانی در ایران کشت می‌شـود. ترکیبات دانه جو در مقایسه با سایر غلات دارای گونـاگونی بیشـتری

1- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
2- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسـی مشـهد، مشـهد، ایران
3- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
4- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشـهد، ایران
(*- ایمیل نویسنده مسئول: hassanabadi@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i1.75305

می‌باشد و ارقام مختلف آن، از نظر مواد مغذی تفاوت چشم‌گیری با یکدیگر دارند. جروچ و دانیک (9) و اسوایهوس و همکاران (19) گزارش نموده‌اند که مواد مغذی موجود در ارقام مختلف جو از تنوع زیادی برخوردار است. از آنجا که تنظیم مقدار انرژی جیره بر مصرف خوراک جوجه‌ها و بازده تولید نقش به‌سزایی دارد، تعیین محتوی انرژی قابل متابولیسم دانه جو که با میزان انرژی جیره و در نهایت با تعادل مواد مغذی در ارتباط هست، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

به منظور اطمینان از تنظیم جیره‌ای متعادل، لازم است علاوه بر سایر مواد مغذی، مقدار انرژی قابل متابولیسم موجود در اجزای خوراک نیز به طور دقیق مشخص گردد. برای تعیین و اطلاع از مقدار انرژی قابل متابولیسم موجود در اقلام خوراکی چندین روش مانند روش‌های بیولوژیکی (روش سیبالد و روش استفاده از نشانگر)، استفاده از جداول مواد مغذی اقلام خوراک (جداول NRC، FEEDSTUFF و...)، استفاده از دستگاه NIRS و استفاده از فرمول‌های پیش‌بینی حاصل از معادلات رگرسیونی چند متغیره وجود دارد. اما باید توجه داشت که مقادیر ذکر شده در این جداول، میانگینی از داده‌های به دست آمده از تحقیقات گوناگون انجام شده در سالیان پیش و مناطق آب و هوایی متفاوت با ایران می‌باشد. بسیاری از محققان معتقدند که مقادیر مواد مغذی انواع مواد خوراکی موجود در جداول عمومی، به علت متنوع بودن واریته‌های اقلام، بسیار متغیر و غیرواقعی است و به علت متغیر بودن انرژی اقلام خوراکی، کارخانجات تولید کننده خوراک نباید به این گونه جداول استناد کنند. همچنین، روش‌های بیولوژیکی مانند روش جمع‌آوری کل فضولات و روش استفاده از نشانگر، زمان‌بر و پرهزینه هستند و با دشواری می توان آن‌ها را مورد استفاده قرار داد (22).

یکی از روش‌های دیگر جهت برآورد انرژی قابل متابولیسم خوراک‌ها، استفاده از معادلات رگرسیونی است که در منابع مختلف علمی از جمله NRC (1994) (14) تعدادی از آنها ارائه شده است و توسط برخی از پژوهشگران مانند ناسیمنتو و همکاران (12)، سیلوا و همکاران (18)، الوارنگا و همکاران (2) در جوجه‌های گوشتی مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین، یگانی و همکاران (23) معادلات پیش‌بینی[1] رگرسیونی جهت تعیین انرژی قابل متابولیسم برای هشت رقم گندم را به صورت زیر ارائه کردند:

$$AMEn\ (kcal/kg\ of\ DM) = 9.9237+0.2154\times CP$$

جانمحمدی و همکاران (8) نیز معادله پیش‌بینی زیر را برای پنج رقم جو موجود در منطقه آذربایجان جهت تعیین انرژی قابل متابولیسم به دست آوردند:

$$AMEn\ (kcal/kg\ of\ DM) = 5.9422 - 9.2499\ Ash$$

انجمن تحقیقات ملی آمریکا (1994) معادله زیر را جهت پیش‌بینی انرژی قابل سوخت و ساز گندم بر اساس ماده خشک پیشنهاد کرده است که ضریب تبیین و معنی‌داری بالایی دارد (14).

$$AMEn= 34.92\ CP+ 63.1\ EE+ 36.42\ NFE \quad R^2= 0.87 \quad (P<0.01)$$

در عین حال، باید توجه داشت که این معادلات رگرسیونی مربوط به تحقیقات گوناگون انجام شده در سالیان پیش و مربوط به مناطقی با شرایط آب و هوایی متفاوت با ایران و بدون هیچ گونه فرآوری بر روی مواد خوراکی می‌باشد. از آن‌جا که روش استفاده از معادلات پیش‌بینی نسبت به سایر روش‌های فوق، عملیاتی‌تر و کم هزینه‌تر می‌باشد، می‌تواند جایگزین روش استفاده از جدول‌های ترکیب انرژی اقلام خوراکی گردد. بنابراین، لازم است این معادلات بر روی ارقام جو پر تولید در ایران تعیین گردند. با استفاده از این معادلات می‌توان جیره‌ها را با دقت بیشتری در مقایسه با استفاده از اعداد جداول مواد خوراکی تنظیم کرد.

با توجه به مطالبی که در بالا بیان شد، آزمایشی طراحی گردید که در آن ترکیبات شیمیایی ارقام جو پر تولید در ایران اندازه‌گیری - شود، همچین معادلات رگرسیونی پیش‌بینی مقادیر انرژی قابل متابولیسم آنها تعیین شوند و در نهایت نتایج معادلات مورد آزمون قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول

تمام آزمایش‌ها در سال 1394 در دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام پذیرفت. برای اجرای این آزمایش تعداد ده رقم جو پرمصرف ایرانی با نام‌های بهمن‌همدان، والفجر، دشت، گرگان 8، بهمن‌کرج، پاکوتاه، ریحانی، کارون درکویر، ارس و فجر30 تهیه و ترکیبات شیمیایی آنها تعیین گردید. برای تعیین ترکیبات شیمیایی شامل ماده‌خشک، پروتئین‌خام، فیبرخام، خاکسترخام و عصاره اتری و نیز الیاف محلول در شوینده خنثی و اسیدی با استفاده از روش‌های اشاره شده در AOAC (2006) (3) عمل گردید و عصاره عاری از نیتروژن به روش محاسباتی طبق فرمول NFE = DM – (CF + CP + EE + Ash) برآورد شد (11). همچنین محتوی نشاسته دانه‌ها با استفاده از روش رز و همکاران (16) تعیین گردید.

محتوی انرژی‌خام هر یک از جیره‌های آزمایشی، خوراک‌پایه و فضولات با استفاده از بمب کالری‌متری و درصد اکسیدکروم در خوراک و فضولات با استفاده از روش ویلیام و همکاران (20) تعیین شد. مقدار نیتروژن نمونه‌های خوراک و فضولات با استفاده از دستگاه کجلدال دیجیتالی اتوماتیک[2] (ساخت کشور سوئد) تعیین شد. مقدار الیاف خام، الیاف محلول در شوینده اسیدی و نیز الیاف محلول در شوینده خنثی با استفاده از دستگاه آنکوم[3] اندازه‌گیری گردیدند.

1- Prediction equations

2-Kejeltec Auto Analyzer 1030 Tecator

3- ANKOM fiber analyzer (ANKOM Technology, Fairport, New York)

آزمایش دوم

این آزمایش جهت اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم ارقام مختلف جو در آزمایشی با استفاده از جوجه‌های گوشتی سویه راس-308 در سنین 10 و 24 روزگی در دو آزمایش مجزا در قفس‌های پرورشی انجام شد. این آزمایش‌ها با استفاده از نشانگر اکسید کروم، جیره پایه و فضولات جمع‌آوری شده صورت پذیرفت.

در این آزمایش برای اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم ارقام مختلف جو در سن 10 روزگی از 88 و در سن 24 روزگی از 44 قطعه جوجه خروس گوشتی سویه راس-308 استفاده شد. در سن 10 روزگی برای هر تیمار 8 و در 24 روزگی 4 تکرار در نظر گرفته شد. جیره‌های آزمایشی برای هر سن شامل یازده جیره بودند که یک جیره پایه و ده جیره آزمایشی را شامل می‌شد که به جیره پایه مقدار40 درصد از هر رقم جو آسیاب شده اضافه شد. در واقع، ابتدا جیره‌های مرجع بدون نمونه‌های آزمایشی بر اساس راهنمای تغذیه‌ای دوره آغازین سویه راس-308 تنظیم گردیدند (4) و پس از آن، جیره‌های آزمایشی به نسبت60 به 40 از جیره مرجع با 10 نمونه آزمایشی مخلوط و از اکسید کروم به میزان نیم درصد به عنوان نشانگر استفاده شد (17). تمام جیره‌ها به شکل آردی و به طور آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفتند. درجه حرارت، رطوبت، روشنایی و آب مصرفی برای کلیه جوجه‌ها یکسان و مطابق شرایط استاندارد پرورش سویه راس- 308 بود (4). در جدول شماره یک جیره پایه برای سنین 10 و 24 روزگی ارائه گردیده است.

جدول 1- اجزای جیرهای غذایی پایه در سنین 10 و 24 روزگی

Table 1- Ingredients of basal diets used in the 10 and 24 days

مواد خوراکی (درصد) Ingredients (%)	10 روزگی 10 days	24 روزگی 24 days
ذرت Corn	56.52	59.01
کنجاله سویا 44% Soybean meal (44% CP)	37.01	34.05
روغن افتابگردان Sunflower oil	2.26	3.00
دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.79	1.55
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.80	1.09
نمک طعام Common salt	0.30	0.30
جوش شیرین Sodium bicarbonate	0.05	0.05
مکمل ویتامینه[1] Vitamin premix[1]	0.25	0.25
مکمل مواد معدنی[2] Mineral premix[2]	0.25	0.25
دی ال-متیونین DL- Methionine	0.36	0.26
ال- لیزین هیدروکلرید L-Lysine HCl	0.31	0.15
ال-ترئونین L–Threonine	0.10	0.04

[1] پیش مخلوط ویتامینی در هر کیلوگرم جیره 11000 واحد بین‌المللی ویتامین A، 1800 واحد بین‌المللی ویتامین D، 11 میلی‌گرم ویتامین A، 2 میلی‌گرم ویتامین K_3، 5/7 میلی‌گرم ویتامین B_2، 2 میلی‌گرم ویتامین B_6، 0/024 میلی‌گرم ویتامین B_{12}، 28 میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، 0/5 میلی‌گرم اسید فولیک، 12 میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، 250 میلی‌گرم کولین کلراید را تأمین می‌کرد.

[2] پیش مخلوط معدنی در هر کیلوگرم جیره 100 میلی‌گرم منگنز، 65 میلی‌گرم روی، 5 میلی‌گرم مس، 0/22 میلی‌گرم سلنیوم، 0/5 میلی‌گرم ید و 0/5 میلی‌گرم کبالت را تأمین می‌کرد.

[1] Vitamin premix provided per kilogram of diet: retinyl acetate, 11,000 IU; cholecalciferol, 1,800 IU; DL-α-tocopheryl acetate, 11 mg; menadione sodium bisulphate, 2 mg; riboflavin, 5.7 mg; pyridoxine hydrochloride, 2 mg; cyanocobalamin, 0.024 mg; nicotinic acid, 28 mg; folic acid, 0.5 mg; pantothenic acid, 12 mg; choline chloride, 250 mg.

[2] Mineral premix provided per kilogram of diet: Mn, 100 mg; Zn, 65 mg; Cu, 5 mg; Se, 0.22 mg; I, 0.5 mg; and Co, 0.5 mg.

اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم

غلظت اکسیدکروم در خوراک و فضولات با استفاده از روش ویلیام و همکاران (20) تعیین گردید. انرژی خام نمونه‌های خوراک و فضولات با استفاده از بمب کالریمتر[1] اندازه‌گیری شد. سپس مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME) و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن (AMEn) جیره‌ها با استفاده از روابط 1 و 2 محاسبه شدند (5):

$$AME = GE\ Diet - GE\ Excreta * (Cr_2O_3\ Diet / Cr_2O_3\ Excreta) \quad (1)$$

$$AMEn = AME - 8.73 * [N\ Diet - (Cr_2O_3\ Diet / Cr_2O_3\ Excreta) * N\ Excreta] \quad (2)$$

GE Diet: انرژی خام در هر گرم خوراک

GE Excreta: انرژی خام در هر گرم فضولات

Cr_2O_3 Diet: غلظت نشانگر در هر گرم خوراک

Cr_2O_3 Excreta: غلظت نشانگر در هر گرم فضولات

N Diet: غلظت نیتروژن در هر گرم خوراک

N Excreta: غلظت نیتروژن در هر گرم فضولات

پس از تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری برای کل جیره، مقادیر انرژی قابل متابولیسم 11 رقم جو در دو سن 10 و 24 روزگی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

AMEn رقم آزمایشی = AMEn جیره مرجع – [(AMEn جیره مرجع– AMEn جیره آزمایشی)/ سطح جایگزینی]

AMEn رقم آزمایشی = AMEn جیره مرجع – [(AMEn جیره مرجع– AMEn جیره آزمایشی)/ سطح جایگزینی]

آنالیزهای آماری

برای مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی ارقام جو مورد مطالعه در این تحقیق با میانگین ارائه شده در جداول مرجع از نرم‌افزار آماری SPSS Version 17 از رویه MEANS و روش تی-تست با یک نمونه استفاده شد. به منظور برآورد معادلات از نرم‌افزار SPSS گزینه-Regression و رویه Enter استفاده شد. که در این رویه AMEn به عنوان متغیر وابسته و تمامی اجزای تجزیه تقریبی به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. جهت مقایسه انرژی‌های قابل متابولیسم پیش‌بینی شده ارقام مختلف جو در بین مدل‌های مختلف و همچنین مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده به روش بیولوژی از رویه MEANS و از روش تی‌تست جفت شده استفاده شد (7). جهت مقایسه دقیق‌تر مدل‌های مختلف به دست آمده از این تحقیق از خطای استاندارد پیش‌بینی[2](SEP) استفاده گردید. خطای استاندارد پیش‌بینی با استفاده از معادله ذیل محاسبه گردید.

$$SEP=\sqrt{\frac{\Sigma(Y-Y')^2}{N}}$$

که در این معادله SEP= خطای استاندارد پیش‌بینی، Y= میانگین انرژی قابل متابولیسم به دست آمده به روش بیولوژی هر رقم، Y'= انرژی پیش‌بینی شده با استفاده از مدل برای هر رقم، N= تعداد ارقام است.

آزمایش سوم

در آزمایش سوم کارآیی و صحت و دقت معادلات بیولوژیکی به دست آمده از آزمایش دوم مورد بررسی عملیاتی قرار گرفتند. در این آزمایش تعداد 400 قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس-308 در سن 25-44 روزگی استفاده گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با 5 تیمار، چهار تکرار و 20 قطعه جوجه در هر تکرار صورت پذیرفت. از رقم پرمحصول زرجو که دارای مقاومت بالا، تولید قابل توجه و میزان پروتئین خام و انرژی قابل متابولیسم مناسبی است، در این آزمایش استفاده شد. رقم زرجو جزو ارقام مورد بررسی در آزمایش‌های اول و دوم نبود ولی جهت تأیید همخوانی خروجی معادلات به دست آمده، انتخاب شد و مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدای این آزمایش با توجه به اینکه جو مورد ارزیابی برای کشت سال بعد از آزمایش اول و دوم بود و از سطح یک مزرعه در استان قم جمع‌آوری گردیده بود، انرژی قابل متابولیسم آن به روش جمع‌آوری مدفوع اندازه‌گیری گردید. همچنین جهت به دست آوردن انرژی قابل متابولیسم بر اساس معادله رگرسیون NRC (1994) و نیز معادلات به دست آمده از آزمایش دوم ترکیب شیمیایی زرجو مورد آنالیز قرار گرفت و پس از به دست آمدن ترکیبات شیمیایی، عدد انرژی قابل متابولیسم بر اسا فرمول‌ها تعیین گردید. میزان انرژی قابل متابولیسم جو موجود در تیمارهای آزمایش سوم با استفاده از پنج روش زیر و برحسب هوا خشک[3] در نظر گرفته شد: 1- جدول NRC (1994) (2640 Kcal/kg) 2- معادله رگرسیون NRC (1994) (2965 Kcal/kg) 3- روش بیولوژی (2814 Kcal/kg) 4- معادلات رگرسیون به دست آمده از آزمایش دوم (2775 Kcal/kg) 5- با توجه به معادلات رگرسیون به دست آمده از روش NIRS (2420 Kcal/kg). در این آزمایش شاخص‌های عملکردی مانند افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی روزانه و ضریب تبدیل غذایی مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به اینکه در سنین پایین امکان استفاده از میزان قابل توجهی جو در جیره وجود ندارد تا بتوان بر اساس آن ارزیابی دقیقی صورت داد، لذا بررسی صحت معادلات از سن 24 روزگی آغاز گردید. جوجه‌ها از سن 1 تا 24 روزگی و در دوره آزمایش (25-44 روزگی) بر اساس

1-IKAC-400 adiabatic calorimeter (IKA-nalysentechnik GMBH, Heitersheim, Germany)

2-Standard Error of Prediction

3- As fed

توصیه دفترچه راهنمای سویه راس-308 مورد تغذیه قرار گرفتند (4). اجزا و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در آزمایش سوم در جدول شماره دو گزارش شده است.

جدول 2- ترکیب و غلظت مواد مغذی جیره‌های مورد استفاده در آزمایش سوم (44-25 روزگی)

Table 2- Composition and nutrients concentration of diets used in the third experiment (25-44 d)

مواد خوراکی (درصد) Ingredients (%)	روش تعیین AMEn Method of AMEn determination جدول NRC NRC recommendation	معادله NRC NRC Equation	خروجی مستقیم روش بیولوژی Direct bio-assay output	خروجی معادله به دست آمده Output of the developed equation	NIRs
جو Barley	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
ذرت Corn	32.29	34.90	33.67	33.40	28.08
کنجاله سویا 44% Soybean meal (44% CP)	26.26	25.70	25.98	26.00	28.50
روغن افتابگردان Sunflower oil	2.65	5.60	1.53	1.74	4.66
دی‌کلسیم فسفات Dicalcuim phosphate	1.54	1.54	1.54	1.54	1.53
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90
نمک طعام Common salt	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32
جوش شیرین Sodium Bicarbonate	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
مکمل ویتامینه[1] Vitamin premix[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل مواد معدنی[2] Mineral premix[2]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
دی ال- متیونین DL-Methionine	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26
ال - لیزین هیدروکلرید L-Lysine HCl	0.19	0.20	0.20	0.19	0.15
ال- ترئونین L-Threonine	0.06	0.06	0.06	0.06	0.04
ترکیبات شیمیایی جیره‌ها Chemical composition					
AME_n (کیلوکالری بر کیلوگرم) (kcal kg^{-1})	2850	2850	2850	2850	2850
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
فسفر قابل دسترس (درصد) Available Phosphorus (%)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
سدیم (درصد) Sodium (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
متیونین+ سیستین (درصد) Methionine+ Cystine (%)	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09

لیزین (درصد) Lysine (%)	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
ترئونین (درصد) Threonine (%)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
فیبر خام Crude fiber	3.94	3.97	3.96	3.95	4.01

1- پیش مخلوط ویتامینی در هر کیلوگرم از جیره مواد مغذی زیر را تأمین می‌کرد: 11000 واحد بین‌المللی ویتامین A، 1800 واحد بین‌المللی ویتامین D، 11 میلی‌گرم ویتامین A، 2 میلی‌گرم ویتامین K_3، 5/7 میلی‌گرم ویتامین B_2، 2 میلی‌گرم ویتامین B_6، 0/024 میلی‌گرم ویتامین B_{12}، 28 میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، 0/5 میلی‌گرم اسید فولیک، 12 میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، 250 میلی‌گرم کولین کلراید

[2] پیش مخلوط معدنی در هر کیلوگرم از جیره مواد مغذی زیر را تأمین می‌کرد: 100 میلی‌گرم منگنز، 65 میلی‌گرم روی، 5 میلی‌گرم مس، 0/22 میلی‌گرم سلنیوم، 0/5 میلی‌گرم ید و 0/5 میلی‌گرم کبالت

1-Vitamin premix provided per kilogram of diet: retinyl acetate, 11,000 IU; cholecalciferol, 1,800 IU; DL-α-tocopheryl acetate, 11 mg; menadione sodium bisulphate, 2 mg; riboflavin, 5.7 mg; pyridoxine hydrochloride, 2 mg; cyanocobalamin, 0.024 mg; nicotinic acid, 28 mg; folic acid, 0.5 mg; pantothenic acid, 12 mg; choline chloride, 250 mg.

2-Mineral premix provided per kilogram of diet: Mn, 100 mg; Zn, 65 mg; Cu, 5 mg; Se, 0.22 mg; I, 0.5 mg; and Co, 0.5 mg.

جدول 3- آنالیز تقریبی (%) و انرژی قابل متابولیسم (کیلوگرم/کیلوکالری) ارقام جو (بر اساس ماده خشک)

Table 3- Proximate analysis (%) and metabolizable energy (Kcal/kg) content of barley varieties (dry matter basis)

نام رقم Item	ماده خشک Dry matter	خاکستر خام Crude Ash	فیبر خام Crude fiber	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی Insoluble fiber in acid detergent	فیبر نامحلول در شوینده خنثی Insoluble fiber in neutral detergent	پروتئین خام Crude protein	چربی‌خام Crude fat	نشاسته Starch	NFE[1]	AMEn 10 روزگی 10-d-AMEn	AMEn 24 روزگی 24-d-AMEn
بهمن‌همدان Bahman Hamedan	92.00	3.37	3.04	5.33	21.63	12.30	2.39	67.17	70.89	2658	2752
والفجر Valfajr	94.90	4.11	3.27	6.01	20.33	10.59	2.42	49.35	74.15	3111	3141
دشت Dasht	93.40	2.78	2.78	4.93	19.91	12.73	1.82	55.53	73.28	2280	2701
گرگان 4 Gorgan 4	93.60	2.56	1.92	3.21	21.90	11.39	2.03	57.11	75.69	3245	3244
بهمن‌کرج Bahman Karaj	93.20	3.43	2.36	4.40	19.64	10.45	2.25	50.45	74.71	2411	2530
پاکوتاه Pakootah	93.80	2.77	1.92	3.37	19.72	7.57	1.81	58.10	79.73	2400	2939
ریحانی Reyhani	92.40	2.81	2.06	3.14	18.72	12.31	2.49	52.04	72.74	2948	3264
کارون‌درکویر Karoon in kavir	94.10	3.72	2.55	4.04	19.66	12.36	2.55	47.97	72.92	3131	3337
ارس Aras	92.40	3.03	1.84	3.68	21.86	12.38	2.16	59.36	72.98	2964	3130
فجر30 Fajr 30	92.60	2.81	2.70	4.54	24.95	10.16	2.38	55.74	74.56	2896	3020
میانگین Mean	93.24	3.14	2.44	3.40	20.8	11.26	2.23	55.3	74.16	2804.4	3005.8
ضریب تغییرات Coefficient of variation	0.96	15.9	20.6	21.5	8.7	14	12	10.3	3.18	12.26	8.9

[1] عصاره عاری از نیتروژن

[1]Nitrogen free Extract

نتایج و بحث

نتایج تجزیه شیمیایی و نیز داده‌های مربوط به انرژی قابل متابولیسم بر اساس ماده خشک در آزمایش‌های اول و دوم در جدول شماره سه گزارش شده است.

حداکثر و حداقل درصد ماده خشک در این آزمایش به ترتیب در ارقام والفجر (94/90 درصد) و بهمن همدان (92/00 درصد) با ضریب تغییرات 0/96 درصد مشاهده شد. همچنین حداکثر و حداقل درصد خاکسترخام به ترتیب در ارقام والفجر (4/11 درصد) و گرگان 4 (2/56 درصد) با ضریب تغییرات 15/9درصد بود. بیشترین و کمترین میزان فیبرخام نیز به ترتیب در ارقام والفجر (3/27 درصد) و ارس (1/84 درصد) با ضریب تغییرات 20/6 درصد مشاهده گردید. فیبر نامحلول در شوینده اسیدی به ترتیب در ارقام والفجر (6/01 درصد) و ریحانی (3/14 درصد) با ضریب تغییرات 21/5 درصد دارای بیشترین و کمترین میزان بودند. حداکثر و حداقل فیبر نامحلول در شوینده خنثی به ترتیب مربوط به ارقام فجر30 (24/95 درصد) و ریحانی (17/72 درصد) با ضریب تغییرات 8/7 درصد بود.

بیشترین و کمترین میزان پروتئین خام نیز به ترتیب در ارقام دشت (12/73 درصد) و پاکوتاه (7/57 درصد) با ضریب تغییرات 14 درصد مشاهده گردید. همچنین حداکثر و حداقل چربی‌خام در ارقام مختلف به ترتیب مربوط به ارقام کارون در کویر (2/55 درصد) و پاکوتاه (1/81 درصد) با ضریب تغییرات 12 درصد بود. بیشترین و کمترین میزان نشاسته نیز در ارقام بهمن همدان (67/17 درصد) و کارون در کویر (47/97 درصد) با ضریب تغییرات 10/3 درصد مشاهده شد. حداکثر و حداقل عصاره عاری از نیتروژن نیز به ترتیب مربوط به ارقام پاکوتاه (79/73 درصد) و بهمن همدان (70/89 درصد) با ضریب تغییرات 3/18 درصد بود.

نتایج به دست آمده در آزمایش دوم نشان داد که در بین ارقام مختلف جو در سن 10 روزگی به ترتیب ارقام گرگان 4 (3245 کیلوکالری) دارای بیشترین مقدار انرژی قابل متابولیسم و رقم دشت (2280 کیلوکالری) دارای کمترین مقدار انرژی قابل متابولیسم با ضریب تغییرات 12/26 درصد بود. همچنین میانگین انرژی قابل متابولیسم در بین ارقام مختلف جو در این سن 2804 کیلوکالری بود. حداکثر و حداقل مقدار انرژی قابل متابولیسم در بین ارقام مختلف جو در سن 24 روزگی به ترتیب در ارقام کارون در کویر (3337 کیلوکالری) و دشت (2701کیلوکالری) با ضریب تغییرات 8/9 درصد با میانگین 3005 کیلوکالری در کیلوگرم مشاهده شد.

همان‌طور که در جدول شماره دو مشاهده می‌گردد، نتایج مربوط به تجزیه شیمیایی و همچنین انرژی قابل متابولیسم در بین ارقام مختلف جو کاملاً متفاوت است. تفاوت‌هایی که در تجزیه شیمیایی و انرژی اقلام مختلف جو مشاهده گردید، احتمالاً به دلیل تفاوت در ژنوتیپ و عوامل مرتبط با محیط (محیط کشت و شرایط آب و هوایی) می‌باشد که در مطالعات هالتک جولن و همکاران (6) و رابینز و همکاران (15) نیز به آن اشاره شده است. نوع کشت و دو یا شش ردیفه بودن خوشه جو در میزان ترکیبات آن بسیار موثر است. همچنین کوددهی زمین با کودهای نیتروژن‌دار باعث افزایش میزان پروتئین خام جو می‌شود (10). دو ردیفه نسبت به شش ردیفه بودن باعث افت کیفی جو می‌شود که در این آزمایش ارقام بهمن که دو ردیفه هستند، عملکرد پایین‌تری نسبت به ارقام دیگر که شش ردیفه هستند، نشان داد. در جدول شماره دو میزان انرژی قابل متابولیسم و ترکیب شیمیایی آنها ارائه گردیده است که نسبت به ارقام دیگر ضعیف‌تر می‌باشد (10).

نصیری‌مقدم و همکاران (13) انرژی قابل متابولسیم ارقام جو کشت شده در منطقه خراسان رضوی را با استفاده از خروس‌های گوشتی در سن 18 تا 28 روزگی با روش استفاده از نشانگر در فضولات مورد بررسی قرار دادند و مقادیر انرژی قابل متابولسیم ارقام ریحانی و والفجر را به ترتیب 2973 و 2939 کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند. اکبری و همکاران (1) انرژی قابل متابولسیم ارقام ریحانی، ارس، والفجر و دشت را به ترتیب 2939، 3087، 3087 و 2041 کیلوکالری در کیلوگرم گزارش کردند و میانگین ارقام انرژی جو مورد آزمایش را 2814 کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش کردند.

در جدول شماره 4 میانگین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولسیم ارقام جو موجود در تحقیق حاضر با نتایج ارائه شده در NRC (1994) و FeedStuff 2014 مقایسه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد نتایج تجزیه شیمیایی و انرژی قابل متابولسیم ارقام جو ایرانی با مقادیر ارائه شده در جداول NRC (1994) و FeedStuff 2014 متفاوت است و نیاز به بررسی دقیق ارقام جوهای ایرانی را آشکار می‌سازد.

جزئیات معادلات رگرسیونی پیش‌بینی انرژی قابل متابولسیم به دست آمده برای ارقام مختلف جو در این آزمایش در جدول شماره 4 نشان داده شده است. در این معادلات از عوامل چربی‌خام و عصاره عاری از نیتروژن برای پیش‌بینی معادلات استفاده شده است که هم معادلات و هم ضریب تبیین از معنی‌داری بالایی برخوردار بودند.

مقایسه انرژی قابل متابولیسم نتایج حاصل از روش بیولوژیکی با معادلات به دست آمده در این آزمایش و معادله پیش‌بینی NRC (1994) در جدول شماره 5 گزارش شده است. همان‌طور که در جدول 6 مشاهده می‌گردد، نتایج به دست آمده از معادله پیش‌بینی NRC (1994) با نتایج بیولوژی همخوانی ندارد و انرژی قابل متابولیسم را بیش از حد انتظار گزارش می‌کند.

جدول 4- مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی (%) و انرژی قابل متابولسیم (کیلوگرم/کیلوکالری) ارقام جو موجود در تحقیق حاضر با مقادیر ارائه شده در (1994) NRC و (2014) FeedStuff

Table 4- Comparison mean of the proximate analyses (%) and metabolizable energy (Kcal/kg) contents of the barley varieties used in the present study with the amounts recommended by NRC (1994) and FeedStuff (2014)

		ماده خشک Dry matter	خاکستر Ash	الیاف خام Crude fiber	پروتئین خام Crude protein	چربی خام Crude fat	عصاره عاری از نیتروژن Nitrogen-free extract	AMEn 10 روزگی-10 d-AMEn	AMEn 24 روزگی 24-d-AMEn
تحقیق حاضر Present Research	میانگین Mean	93.24	3.14	2.44	11.26	2.23	74.17	2804	3006
NRC 1994	میانگین Mean	89	-	6.18	12.36	2.02	-	2966	2966
p-value		<0.0001	-	<0.0001	0.0549	0.0348	-	0.1714	0.6520
مقدار t t- value		14.86	-	-23.39	-2.20	2.48	-	-1.49	0.47
FeedStuff 2014	میانگین Mean	89	2.81	5.62	12.92	2.13	65.52	3090	3090
p-value		<0.0001	0.0670	<0.0001	0.0088	1.18	0.0001	0.0275	0.3495
مقدار t t- value		14.86	2.08	-19.89	-3.33	0.2674	11.57	-2.63	-0.99

جدول5- معادله‌های پیش‌بینی انرژی قابل متابولسیم (کیلوگرم/کیلوکالری) بسط داده شده برای ارقام مختلف جو با استفاده از جوجه‌های گوشتی 10 و 24 روزگی

Table 5- Metabolizable energy (Kcal/kg) prediction equations developed for different barley varieties using 10 and 24-d-old broiler chickens.

سن Age	عوامل Factors	مدل تابعیت Regression equation	R^2
10 روزگی 10 day	NFE,EE	AMEn=27.27NFE+407.87EE	97.80
24 روزگی 24 day	NFE,EE	AMEn =33NFE+271EE	97.10

در جدول شماره 7 عملکرد به دست آمده از جوجه‌ها در آزمایش سوم ارائه گردیده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، تیمار مربوط به معادله NRC که برآورد غیرواقعی بالاتری از ارقام جو ایرانی نشان داد، ضعیف‌ترین عملکرد را به دنبال داشت، ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها نیز به طور معنی‌داری بالاتر بود و نسبت به عدد بیولوژی عملکرد پایین‌تری داشتند. همچنین تیمار عدد NRC و معادله NIRS به واسطه اینکه برآورد غیرواقعی پایین‌تری نسبت به عدد بیولوژی داشتند و جیره‌هایی با انرژی بالاتر دریافت کردند، لذا به ترتیب تیمار NIRS و عدد NRC عملکرد بالاتری نشان دادند ولی عملکرد به صورت معنی‌داری نبود. تیمار عدد معادله به دست آمده از این آزمایش نیز عملکردی نزدیک به تیمار بیولوژی داشت که احتمالاً به دلیل نزدیکی انرژی‌های قابل متابولیسم واقعی آنها است. در واقع جهت انجام این آزمایش انرژی تمام جیره‌ها 2850 کیلوکالری در کیلوگرم در نظر گرفته شد ولی ارقام واقعی آنها به ترتیب برای عدد NRC 2934، معادله NRC 2796، عدد بیولوژی2850، معادلات بیولوژیک به دست آمده 2849 و NIRS 2987 کیلوکالری در کیلوگرم بوده است. معادله NRC (1994) بر اساس میزان نشاسته است که وایزمن (21) گزارش کرد انرژی قابل متابولسیم همواره با میزان نشاسته و قابلیت هضم آن همبستگی ندارد و به سایر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مانند سختی دانه، وزن صد دانه، ویسکوزیته، فعالیت آنزیم فیتاز و مقدار پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بستگی دارد.

جدول 6- مقایسه مقادیر انرژی قابل متابولسیم (کیلوگرم/کیلوکالری) به دست آمده طی روش بیولوژیکی با مقادیر پیش‌بینی شده با استفاده از معادلات حاصل از این تحقیق و نیز مقادیر حاصل از معادلات توصیه شده توسط NRC (1994) (بر اساس ماده خشک)

Table 6- Comparing AMEn (Kcal/kg) values of different barley varieties obtained using biological method with those predicted using the equations developed in this study as well as with those predicted using the NRC 1994 recommended equations (dry matter basis).

نام رقم Item	بیولوژی 10 روزگی Biological method 10 d	بیولوژی 24 روزگی Biological method 24 d	مدل 10 روزگی The equation developed at d 10	مدل 24 روزگی The equation developed at d 24	NRC 1994
بهمن‌همدان Bahman Hamedan	2658	2752	2908	2987	3421
والفجر Valfajr	3111	3141	3009	3103	3237
دشت Dasht	2280	2701	2743	2911	3337
گرگان 4 Gorgan 4	3245	3244	2892	3048	3430
بهمن‌کرج Bahman Karaj	2411	2530	2982	3075	3329
پاکوتاه Pakootah	2400	2939	2912	3121	3439
ریحانی Reyhani	2948	3264	2999	3075	3371
کارون‌درکویر Karoon dar kavir	3131	3337	3038	3097	3389
ارس Aras	2964	3130	2872	2994	3458
فجر30 Fajr 30	2896	3020	3003	3105	3347
میانگین Mean	2804	3006	2935	3051	3358

AMEn (Kcal/kg of DM) = 3078 – 90.4 × CF + 9.2 × STA(NRC1994)

AMEn=27.27NFE+407.87EE (مدل 10 روزگی) (the equation developed using 10-d-old chickens)

AMEn = 33NFE+271EE (مدل 24 روزگی) (the equation developed using 24-d-old chickens)

جدول 7- تأثیر جیره‌های تنظیم شده بر اساس مقادیر AMEn جو برآورد شده با استفاده از روش‌های مختلف (کیلوگرم/کیلوکالری) بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در 44-24 روزگی.

Table 7- The effect of dietary formulation based on barley AMEn values estimated using different methods (Kcal/kg) on growth performance of broiler chickens in 24-44 d.

تیمار Treatment	خوراک مصرفی (دوره/گرم) Feed intake (g/period)	افزایش وزن (دوره/گرم) Weight gain (g/period)	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio
عدد NRC (2640) NRC Value (2640)	2579	1316	1.96[ab]
معادله NRC (2965) NRC Equation (2965)	2498	1213	2.06[a]
عدد بیولوژی (2814) Biology value (2814)	2447	1242	1.97[ab]
معادلات به دست آمده (2775) Equations obtained (2775)	2444	1260	1.94[ab]
(2420) NIRS	2500	1337	1.87[b]
P-value	0.1	0.1	0.05

نتیجه‌گیری کلی

از نتایج این آزمایش این‌گونه بر می‌آید که انرژی به دست آمده از معادلات NRC (1994) و همچنین انرژی توصیه شده بـرای جـو در NRC، برای ارقام جو ایرانی قابل استفاده نبوده و نتایج به دست آمده از معادلات بسط داده شده طی این آزمایش از دقـت بـالاتری بـرای پیش‌بینی انرژی قابل متابولیسم ارقـام جـو ایرانـی برخـوردار بودنـد. همچنیین، تعیین ارزش تغذیه‌ای سایر مـواد خـوراکی تولیـد شـده در داخل کشور بـرای اسـتفاده در جیـره‌هـای طیـور و بسـط معـادلات پیش‌بینی جدید برای آنها و مقایسه نتایج با اعداد درج شده در منـابع معتبر علمی نظیر (1994) NRC توصیه می‌شود.

منابع

1- Akbari, R., H. Moravej, and K. Rezayazdi. 2015. Prediction of metabolizable energy of current barley cultivars in Alborz province by linear regression equations. Iranian Journal of Animal Science, 46 (20): 73-81. (In Persian).
2- Alvarenga, R. R., M. G. Zangeronimo, P. B. Rodrigues, L. J. Pereira, R. C. Wolp, and E. C. Almeida. 2013. Formulation of diets for poultry: The importance of prediction equations to estimate the energy values. Archivos de Zootecnia, 62: 1-11.
3- AOAC International. 2006. Official Methods of Analysis. 18th ed. Arlington, VA.
4- Aviagen. 2014. Broiler nutrition specifications. Ross 308. Technical Section. Aviagen, Midlothian, UK.
5- Choct, M., G. Annison, and R. J. Hughes. 1999. Apparent metabolisable energy and chemical composition of Australian wheat in relation to environmental factors. Australian Journal of Agricultural Research, 50 (4): 447-451.
6- Holtekjølen, A. K., A. K. Uhlen, E. Bråthen, S. Sahlstrøm, and S. H. Knutsen. 2006. Contents of starch and non-starch polysaccharides in barley varieties of different origin. Food Chemistry, 94: 348-358.
7- Hullar, I., I. Meleg, S. Fekete, and R. Romvari. 1999. Studies on the energy content of pigeon feeds I. Determination of digestibility and metabolizable energy content. Poultry Science, 78: 1757-1762.
8- Janmohammadi, H., A. Taghizadeh and N. Pirany. 2009. Chemical composition and metabolizable energy content of some barley varieties of east Azarbyjan using adult Leghorn roosters. Animal Science Researches. 19: 105-115. (In Persian).
9- Jeroch, H., and S. Danicke. 1995. Barley in poultry feeding: a review. World's Poultry Science Journal, 51: 271-292.
10- Khodabande, N. 2012. Cereals. 11th ed. Tehran University Publishing Co.
11- Kırkpınar, F., M. Polat, H. Özelçam, H. Hanoğlu, and Y. Şayan. 2013. Prediction of metabolisable energy value and in vivo digestibility of some organic feedstuffs and diet for roosters. Journal of Animal Production, 54: 10-13.
12- Nascimento, G. A. J. D., P. B. Rodrigues, R. T. F. D. Freitas, A. G. Bertechini, R. R. D. Lima, and L. E. A. Pucci. 2009. Prediction equations to estimate the energy values of plant origin concentrate feeds for poultry utilizing the meta-analysis. Revista Brasileira de Zootecnia, 38 (7): 1265-1271.
13- Nassiri-Moghaddam, H., M. Danesh-Mesgaran, and M. D. Shakouri. 2006. Comparison of nutritional value of different barley varieties with and without supplementation of enzymatic supplementation in chickens. Agricultural Sciences and Technology Journal, 20 (1): 57-69. (In Persian).
14- National Research Council. 1994. Nutritional Requirements of Poultry. National academic press. 9th edition, Washington DC.
15- Robbins, D. H., and J. D. Firman. 2006. Evaluation of the metabolizable energy of poultry by-product meal for chickens and turkeys by various methods. International Journal of Poultry Science, 5 (8):753-758.
16- Rose, R., C. L. Rose, S. K. Omi, K. R. Forry, D. M. Durall, and W. L. Bigg. 1991. Starch determination by perchloric acid vs enzymes: evaluating the accuracy and precision of six colorimetric methods. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 39 (1): 2-11.
17- Scott, T. A., and J. W. Hall. 1998. Using acid insoluble ash marker ratios (diet: digesta) to predict digestibility of wheat and barley metabolizable energy and nitrogen retention in broiler chicks. Poultry Science, 77 (5): 674-679.
18- Silva, E. P., C. B. V. Rabello, L. F. T. Albino, J. V. Ludke, M. B. Lima, and W. M. Dutra Junior. 2010. Prediction of metabolizable energy values in poultry offal meal for broiler chickens. Brazilian Journal of Animal Science, 39: 2237-2245.
19- Svihus, B., and M. Gullord. 2002. Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat, barley and oats for poultry. Animal Feed Science and Technology, 102 (1): 71-92.
20- Williams, C. H., D. J. David, and O. Iismaa. 1962. The determination of chromic oxide in faeces samples by

atomic absorption spectrophotometry. The Journal of Agricultural Science, 59 (3): 381-385.

21- Wiseman, J., and J. McNab. 1995. Nutritive value of wheat varieties fed to non-ruminants. HGCA Project Report.

22- Yaghobfar, A. 2001. Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolisable energy value of maize. British Poultry Science, 42 (3): 350-353.

23- Yegani, M., M. L. Swift, R. T, Zijlstra, and D. R. Korver. 2013. Prediction of energetic value of wheat and triticale in broiler chicks: A chick bioassay and in vitro digestibility technique. Animal Feed Science and Technology, 183 (1): 40-50.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 1, Spring 2020, p. 61-73

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 12، شماره 1، بهار 1399، ص. 73-61

Developing Regression Predictive Equations for Metabolizable Energy of High-Yielding Iranian Barley Varieties and Comparison with NIRS Method and the Values Indicated in the NRC Tables Based on the Performance of Male Broiler Chickens

Ahmad Malakzadegan[1]- Ahmad Hassanabadi[2*]- Hassan Nassiri Moghaddam[2]- Hossein Moravej[3]-Heydar Zarghi[4]

Received: 01-09-2018
Accepted: 10-06-2019

Introduction: Cereals are the main sources of calorie in poultry diets and corn is the most common cereal in poultry feed formulations; however, in some countries such as Iran, corn is mainly imported from other countries. In addition to import-associated problems, high volatility of corn price has recently resulted in a marked tendency between Iranian poultry producers to use other alternative grains in their formulations. Among the other cereals, wheat, rye, and barley are the most frequently used grains in poultry diets from which, barley is believed to be a great alternative for corn due to its high productivity and good compatibility to the climatic conditions of the country. Barley is one of the most abundant grains raised in various areas of Iran and could be included in the formulations instead of corn. However, the extreme variability in nutrient contents observed within and between different barley varieties makes it difficult to achieve a good nutrient balance in barley-containing diets. The energy content of feedstuffs is a topic of high importance for poultry nutritionists since birds regulate their feed intake based on dietary energy concentration. There are different methods to determine metabolizable energy (AME) content of feedstuffs including energy balance bioassay (excreta or ileal digesta-based methods), referring to the standard tables describing feedstuff compositions (NRC and FEEDSTUFF tables), indirect AME determination using near-infrared spectroscopy (NIRS) technique and the use of multivariate prediction equations. Energy balance bioassay is the most reliable but time-consuming and expensive method while nutritionists need relatively simpler and faster methods for accurate feed AME estimation. On the other hand, contents of standard feed-describing tables are mean values obtained in a variety of previous studies performed under climatic conditions differing fairly from those of Iran. Most researchers agree that the values presented in the tables are not reliable and generalizable due to the extensive variability of feed types and varieties. During the last decades, various AME-predicting regression equations have been suggested for different feedstuffs but the data used for exploiting the equations have been obtained from animals and feeds genetically different from the modern commercial strains and varieties. Therefore, updating the equations using animals and feeds of today seems to be necessary. This study aimed at developing prediction equations for AME of the most producing Iranian barley varieties.

Materials and Methods: Three trials were conducted to develop regression predictive equations for apparent metabolizable energy (AME) of some of the most producing Iranian barley varieties in broiler chicken diets and to compare the outputs of the equations with the AME_n values estimated by infra-red spectrophotometry (NIRS) method as well as with the values published by the national research council (NRC, 1994). In the first experiment, 10 different barley varieties were analyzed for proximate composition. Then, in the second experiment, total tract AME_n values were determined for all of the barley varieties using 10 or 24-d-old broiler chickens and chromium oxide as an indigestible marker. Results of the two first trials were used to develop

1- Ph.D student, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tehran University, Tehran, Iran.
4- Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*Corresponding author Email: hassanabadi@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i1.75305

AME_n-predicting equations using SPSS software and "enter" procedure. To verify the accuracies of the predictive equations, the third trial was conducted using 400 broiler chicks in a completely randomized design consisting of five treatments with four replicates of 20 birds each. The AMEn content of the barley variety used in the third experiment was estimated according to the following five procedures: 1) The AME_n recommended by NRC (1994); 2) The AME_n predicted using the equation suggested by NRC (1994); 3) The AME_n values directly estimated in the balance trial (trial 2); 4) The AME_n values predicted by the equations developed in the 2nd trial; and 5) The AME_n estimated using NIRS method.

Results and Discussion: The equations obtained for 10 and 24-d-old broilers were: AMEn= 407.87*EE+27.27*NFE and AMEn= 271*EE + 33*NFE, respectively. The results showed that the AME_n values exploited from the equations developed in the energy balance assay produced the closest performance to that of the AME_n values estimated directly during the same trial.

Conclusion: According to our findings, predictive equations can be used for accurate estimating of barley AME_n value for broiler diets formulation. In addition, our results showed that the old AMEn values and AMEn-predicting equations published by NRC (1994) and FEEDSTUFF (2014) are not accurate at least for Iranian barley varieties evaluated in the present study.

Keywords: Barley, Broiler, Metabolizable energy, Regression predictive equations